

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日            2003年 5月30日  
Date of Application:

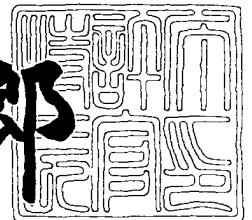
出願番号            特願2003-155127  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [JP 2003-155127]

出願人            新日本製鐵株式会社  
Applicant(s):

2003年 7月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号    出証特2003-3056238

【書類名】 特許願

【整理番号】 YP03FK0150

【提出日】 平成15年 5月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 E04B 1/24  
E04B 1/58 501  
E04B 1/94

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術  
開発本部内

【氏名】 岡田 忠義

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術  
開発本部内

【氏名】 宇野 暢芳

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2 - 6 - 3 新日本製鐵株式会社  
内

【氏名】 窪田 伸

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068423

【弁理士】

【氏名又は名称】 矢葺 知之

【電話番号】 03-5687-6054

**【選任した代理人】****【識別番号】** 100080171**【弁理士】****【氏名又は名称】** 津波古 繁夫**【電話番号】** 03-5687-6054**【先の出願に基づく優先権主張】****【出願番号】** 特願2002-266534**【出願日】** 平成14年 9月12日**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 013309**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9708427**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無耐火被覆高力ボルト接合部構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 火災を受ける鉄骨構造物のボルト接合部構造であって、常温で  $1200\text{ N/mm}^2$  以上のボルト引張強さ (TS) を有し、かつ、 $650^\circ\text{C}$  でのボルトの剪断耐力 ( $b\tau t$ ) が、下記 (1) 式を満足する、耐火性に優れた超高力ボルトを使用したことを特徴とする無耐火被覆高力ボルト摩擦接合部構造。

$$b\tau t \geq \mu \times N_o / (\nu \times b A_s) \quad (1)$$

ここに、 $b\tau t$  : 高温時のボルト剪断耐力 ( $\text{N/mm}^2$ )

$$b\tau t = TS_t / \sqrt{3}$$

$TS_t$  : 高温時のボルト引張強さ ( $\text{N/mm}^2$ )

$\mu$  : 常温時のすべり係数

$N_o$  : 設計ボルト張力 (N)

$\nu$  : 長期荷重に対する安全率

$b A_s$  : 軸部断面積 ( $\text{mm}^2$ )

【請求項 2】 火災を受ける鉄骨構造物のボルト接合部構造であって、常温で  $1200\text{ N/mm}^2$  以上のボルト引張強さ (TS) を有し、かつ、 $650^\circ\text{C}$  でのボルトの剪断耐力 ( $b\tau t$ ) が下記 (1) 式を満足し、かつ、常温時の梁の長期許容剪断力 ( $Q_s$ ) が下記 (2) 式を満足する、耐火性に優れた超高力ボルトを使用したことを特徴とする無耐火被覆高力ボルト引張接合部構造。

$$b\tau t \geq \mu \times N_o / (\nu \times b A_s) \quad (1)$$

ここに、 $b\tau t$  : 高温時のボルト剪断耐力 ( $\text{N/mm}^2$ )

$$b\tau t = TS_t / \sqrt{3}$$

$TS_t$  : 高温時のボルト引張強さ ( $\text{N/mm}^2$ )

$\mu$  : 常温時のすべり係数

$N_o$  : 設計ボルト張力 (N)

$\nu$  : 長期荷重に対する安全率

$b A_s$  : 軸部断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$$Q_s \leq \{n_s \times b\tau + (n_f - n_s) \times b\tau t\} \times b A_s \quad (2)$$

ここに、 $Q_s$  : 常温時の梁の長期許容剪断力 (N)

$$Q_s = f_s \times A_b$$

$f_s$  : 梁の長期許容剪断耐力 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_b$  : 梁の断面積 (mm<sup>2</sup>)

$n_s$  : 梁上フランジ側における床スラブ内の引張ボルト本数

$b_\tau$  : 常温時のボルトの剪断耐力 (N/mm<sup>2</sup>)

$$b_\tau = T_s / \sqrt{3}$$

$T_s$  : 常温時のボルトの引張強さ (N/mm<sup>2</sup>)

$n_f$  : 梁上フランジ側における引張ボルト本数

$b_{\tau t}$  : 高温時のボルトの剪断耐力 (N/mm<sup>2</sup>)

$$b_{\tau t} = T_{st} / \sqrt{3}$$

$T_{st}$  : 高温時のボルトの引張強さ (N/mm<sup>2</sup>)

$b_{As}$  : 軸部断面積 (mm<sup>2</sup>)

【請求項 3】 使用したナットおよび座金が、耐火性能を規定していない一般の構造用高力六角ナット、構造用高力平座金で構成されたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の無耐火被覆高力ボルト接合部構造。

【請求項 4】 使用した柱・梁部材および接合金物の一部または全部が高温の強度が保証された鋼材で形成されたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の無耐火被覆高力ボルト接合部構造。

【請求項 5】 高力ボルトが、質量%で、C : 0.30 ~ 0.45%、Si : 0.10%未満、Mn : 0.40%超 ~ 1.00%未満、P : 0.010%未満、S : 0.010%以下、Cr : 0.5%以上 ~ 1.5%未満、Mo : 0.35%超 ~ 1.5%未満、V : 0.30%超 ~ 1.0%以下を含有し、残部が Fe および不可避免の不純物からなる、耐火性および耐遅れ破壊特性に優れた超高力ボルトであることを特徴とする請求項 1、2、4 のいずれか 1 項に記載の無耐火被覆高力ボルト接合部構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、火災を受ける可能性のある鉄骨構造物を構成する柱・梁部材、または梁部材同士を、直接またはT形接合金物や添板などの接合金物を介して高力ボルト接合する場合に適用される、無耐火被覆高力ボルト摩擦接合部構造および無耐火被覆高力ボルト引張接合部構造に関するものである。

## 【0002】

### 【従来の技術】

火災を受ける可能性のある鉄骨構造物を構成する、柱・梁部材などの鋼材は、火災時に高温に晒され強度が低下して鉄骨構造物としての十分な機能を維持できなくなることから、従来、鋼材自体に面倒な耐火被覆を施したり、耐火材による保護構造を用いて鋼材を高温から保護することが行われている。

しかし、このように、鋼材に耐火被覆を施したり、鋼材を耐火材による保護構造を用いることは、材料コスト、施工コスト負担を増大させることになることから、近年、火災時間に相当する時間における高温強度を高めた、いわゆる無耐火被覆鉄骨構造物の実現を主目的とした高温強度に優れた耐火鋼が多数開発されてきており、これらの耐火鋼からなる鋼材の高力ボルト接合部に関しても、高温強度が要求されるようになってきた。

## 【0003】

高力ボルト・ナットに関しては、例えば、特許文献1の発明では、Mo添加により、室温で1000N/mm<sup>2</sup>以上のボルト引張強さを有し、かつ600℃以上での高温強度に優れたボルトおよびナット用鋼が提案されているが、高温強度が十分なものとは言い難く、より高い高温強度を得るために、Ni、V等の高価な合金元素を添加する必要がありコスト上昇の問題もある。

特許文献2および特許文献3の発明では、室温で1000N/mm<sup>2</sup>以上のボルト引張強さを有し、かつ600℃で400N/mm<sup>2</sup>以上の降伏強度を有するボルトおよびナット用鋼が開示されているが、Nb、W等の特殊元素の添加が必要でありコスト上昇の問題がある。また、高温強度が十分なものとは言い難い。

一方、上記従来公知の耐火性を有する高力ボルトの場合、ボルト引張強さが1100N/mm<sup>2</sup>程度のものもあるが、降伏応力以下で使用してもボルト締結からある時間経過後にボルトが突然破断する「遅れ破壊現象」を生じる恐れがあるため

、鉄骨構造物の重要な接合部品であるボルトとして安心して使用できないという問題があり、従来の1000N/mm<sup>2</sup>級を上限とせざるを得ない状況にある。このため、必然的にボルト本数および接合金物の長さが大きくなることから、コスト低減、工期短縮のニーズが高かった。

#### 【0004】

##### 【特許文献1】

特開平2-247355号公報（請求項1、表7、図1の記載）

##### 【特許文献2】

特開平5-51698号公報（請求項1、表2の記載）

##### 【特許文献3】

特開平5-98389号公報（請求項1、表2の記載）

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記公知の発明に開示されている高力ボルトやナットは、いずれも合金元素の添加量を特徴とするものであり、耐火性を向上させようとする結果的に高価な合金元素の添加量が増加し、素材コストが上昇するという本質的な問題点に加え、遅れ破壊現象の発生という問題も抱えている。

本発明は、遅れ破壊の問題を解決すると同時に、素材コスト低減、施工時間の短縮を図りながら650℃の高温での強度を十分に確保でき、耐火材被覆や、耐火材による保護構造に依存しない超高力ボルトを使用した、無耐火被覆の高力ボルト接合部構造を提供するものである。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の課題を解決するために以下の（1）～（5）を要旨とするものである。

（1） 火災を受ける鉄骨構造物のボルト接合部構造であって常温で1200N/mm<sup>2</sup>以上のボルト引張強さ（TS）を有し、かつ、650℃でのボルトの剪断耐力（ $b \tau t$ ）が下記（1）式を満足する、耐火性に優れた超高力ボルトを使用したことを特徴とする無耐火被覆高力ボルト摩擦接合部構造。

$$b_{\tau t} \geq \mu \times N_o / (\nu \times b A_s) \quad (1)$$

ここに、 $b_{\tau t}$  : 高温時のボルト剪断耐力 (N/mm<sup>2</sup>)

$$b_{\tau t} = T S_t / \sqrt{3}$$

$T S_t$  : 高温時のボルト引張強さ (N/mm<sup>2</sup>)

$\mu$  : 常温時のすべり係数

$N_o$  : 設計ボルト張力 (N)

$\nu$  : 長期荷重に対する安全率

$b A_s$  : 軸部断面積 (mm<sup>2</sup>)

### 【0 0 0 7】

(2) 火災を受ける鉄骨構造物のボルト接合部構造であって常温で 1 2 0 0 N/mm<sup>2</sup>以上のボルト引張強さ ( $T S$ ) を有し、かつ、6 5 0℃でのボルトの剪断耐力 ( $b_{\tau t}$ ) が、下記 (1) 式を満足し、かつ、常温時の梁の長期許容剪断力 ( $Q_s$ ) が下記 (2) 式を満足する、耐火性に優れた超高力ボルトを使用したことを特徴とする無耐火被覆高力ボルト引張接合部構造。

$$b_{\tau t} \geq \mu \times N_o / (\nu \times b A_s) \quad (1)$$

ここに、 $b_{\tau t}$  : 高温時のボルト剪断耐力 (N/mm<sup>2</sup>)

$$b_{\tau t} = T S_t / \sqrt{3}$$

$T S_t$  : 高温時のボルト引張強さ (N/mm<sup>2</sup>)

$\mu$  : 常温時のすべり係数

$N_o$  : 設計ボルト張力 (N)

$\nu$  : 長期荷重に対する安全率

$b A_s$  : 軸部断面積 (mm<sup>2</sup>)

$$Q_s \leq \{n_s \times b_{\tau} + (n_f - n_s) \times b_{\tau t}\} \times b A_s \quad (2)$$

ここに、 $Q_s$  : 常温時の梁の長期許容剪断力 (N)

$$Q_s = f_s \times A_b$$

$f_s$  : 梁の長期許容剪断耐力 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_b$  : 梁の断面積 (mm<sup>2</sup>)

$n_s$  : 梁上フランジ側における床スラブ内の引張ボルト本数

$b_{\tau}$  : 常温時のボルトの剪断耐力 (N/mm<sup>2</sup>)



$$b_{\tau} = T S / \sqrt{3}$$

$T S$  : 常温時のボルトの引張強さ (N/mm<sup>2</sup>)

$n_f$  : 梁上フランジ側における引張ボルト本数

$b_{\tau t}$  : 高温時のボルトの剪断耐力 (N/mm<sup>2</sup>)

$$b_{\tau t} = T S_t / \sqrt{3}$$

$T S_t$  : 高温時のボルトの引張強さ (N/mm<sup>2</sup>)

$b A_s$  : 軸部断面積 (mm<sup>2</sup>)

#### 【0008】

(3) (1) または (2) において、使用したナットおよび座金が、耐火性能を規定していない一般の構造用高力六角ナット、構造用高力平座金で構成されたことを特徴とする無耐火被覆高力ボルト接合部構造。

(4) (1) または (2) において、使用した柱・梁部材および接合金物の一部または全部が高温の強度が保証された鋼材で形成されたことを特徴とする無耐火被覆高力ボルト接合部構造。

(5) (1)、(2)、(4) のいずれかにおいて、高力ボルトが、質量%で、C : 0.30 ~ 0.45%、Si : 0.10%未満、Mn : 0.40%超 ~ 1.00%未満、P : 0.010%未満、S : 0.010%以下、Cr : 0.5%以上 ~ 1.5%未満、Mo : 0.35%超 ~ 1.5%未満、V : 0.30%超 ~ 1.0%以下を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなる、耐火性および耐遅れ破壊特性に優れた超高力ボルトであることを特徴とする無耐火被覆高力ボルト接合部構造。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

本発明は、火災を受ける可能性のある鉄骨構造物を構築する高力ボルト摩擦接合部構造と高力ボルト引張接合部構造において適用されるものであり、常温時および650℃の高温時において十分な強度（剪断耐力）を確保でき、遅れ破壊の問題もない超高力ボルトを使用して、ボルト本数や接合金物の長さの低減によりボルト接合部全体のコスト低減および施工時間の短縮を図ると同時に、耐火材被覆、耐火材による保護構造に依存しない無耐火被覆を可能とする高力ボルト摩擦

接合部構造および高力ボルト引張接合部構造を実現するものである。

高力ボルト接合構造には、高力ボルト摩擦接合部構造と、高力ボルト引張接合部構造があるが、日本建築学会が 1 9 7 3 制定、1 9 9 3 改定した「高力ボルト接合設計施工指針」では常温時の長期および耐震設計において、摩擦接合部、引張接合部をそれぞれ独立に取り扱って設計することになっている。したがって、本発明でも、高温時において各々高力ボルト接合部構造を独立に取り扱うこととし、各接合部の耐火安全性検証の考え方に応じた無耐火被覆高力ボルト摩擦接合部構造と、無耐火被覆高力ボルト引張接合部構造を提供するものである。

#### 【0 0 1 0】

本発明では、高力ボルト摩擦接合部構造、高力ボルト引張接合部構造のいずれの場合も、基本的には、常温時に  $1200\text{N/mm}^2$  以上  $1600\text{N/mm}^2$  以下のボルト引張強さを有し、かつ、 $650^\circ\text{C}$  での剪断耐力、すなわち耐火性と耐遅れ破壊性に優れた超高力ボルト（トルシア形超高力ボルトを含み以下「超高力ボルト」という。）を用いて構成される無耐火被覆高力ボルト接合部構造を実現するものである。

#### 【0 0 1 1】

本発明を実現するための耐火性に優れた高力ボルト用鋼材としては、例えば本願出願人の出願になる特開 2 0 0 2 - 2 7 6 6 3 7 号公報の発明に開示されるものが適性がある。この発明で開示される鋼材は、耐遅れ破壊特性に優れていることを特徴とするものであるが、常温で十分な強度を有し  $650^\circ\text{C}$  の高温で十分な強度を有することから、本発明の無耐火被覆の高力ボルト摩擦接合構造を実現するための耐火性に優れた超高力ボルト素材として高い適性を有するものである。

例えば、この鋼材を圧延して線材とし、この線材から、ねじ部が例えば M 2 2 である高力ボルトを作成し、焼入れ、焼戻しを行いボルトの引張強さを  $1200 \sim 1600\text{N/mm}^2$  の範囲で調整して、本発明で使用する耐火性および耐遅れ破壊特性に優れた超高力ボルトを得ることができる。この超高力ボルトの形状としては、ねじ部での応力の集中を緩和する意味で、特開 2 0 0 2 - 2 7 6 6 3 7 号公報の発明に開示されるように、ねじ部の谷底形状を弧状曲線に形成することも有効である。

なお、本発明で使用する耐火性および耐遅れ破壊特性に優れた超高力ボルトは、すべての部位で使用してもよいが、使用部位によって求められる特性が異なってくることから、この求められる特性に応じて使用部位を厳選し、素材コスト負担を軽減することを考慮することができる。

### 【0012】

本発明の高力ボルト接合部構造においては、高力ボルトの高温強度、特に剪断耐力レベルが高いことが要求されるが、使用するナットおよび座金は、火災時にボルト接合部が支圧状態に移行した際に、高力ボルトのような剪断応力が作用しないので、高力ボルトと同様の高温強度を有している必要がなく、例えば耐火性能を規定していない一般の構造用高力六角ナット、構造用高力平座金でも十分な高温強度を確保することができる。

また、本発明を適用した高力ボルト接合部構造において使用する柱・梁部材、接合金物などの部材は、すべてが600℃以上で十分な高温強度を有する耐火鋼材、例えばNSFR400B、490Bなどによって形成してもよいが、使用部位によって求められる特性が異なってくることから、コスト負担の大きい600℃以上で十分な高温強度を有する耐火鋼材で形成する部位を厳選し、素材コスト負担を軽減することを考慮することができる。

### 【0013】

以下に本発明について詳細に説明する。

#### 1. 高力ボルト摩擦接合部構造の場合

##### (1) 高力ボルト摩擦接合部構造の例

高力ボルト摩擦接合は、高力ボルトで継手部材を締め付け、部材間に生じる摩擦力によって応力を伝達する接合方法である。高力ボルト摩擦接合部構造としては、例えば、図1に示すように、H形梁部材1aと1bを、外側添板2aと内側添板2bおよび側部添板2cを介して高力ボルト3で接合する高力ボルト接合部構造、あるいは図2に示すように、厚板部材1dと1eを上側添板2dと下側添板2eを介して高力ボルト3で接合する高力ボルト接合部構造、あるいは図3に示すようにT形金物7に梁部材6を高力ボルト9により接合する高力ボルト接合部構造などが代表的なものである。なお、柱部材5にT形金物7を高力ボルト接

合する構造は、後述する高力ボルト引張接合部構造に該当する。

本発明の第一の発明は、この高力ボルト摩擦接合部構造において適用されるものである。

## (2) 高力ボルト摩擦接合部の耐火安全性検証の考え方

鉄骨構造の高力ボルト摩擦接合部は、火災による高温時において、ボルトと梁部材（厚板部材）、添板のリラクゼーションおよびヤング係数の低下により導入軸力が弛緩し、すべり荷重が低下する。しかしながら、火災時には、ボルト接合部が最終的に長期荷重を支持できればよいことから、耐火設計におけるボルト接合部の安全性評価は、すべり耐力ではなく支圧耐力（ボルトの長期許容剪断耐力）で評価すればよいことになる。

### 【0014】

日本建築学会が1973制定、1993改定した「高力ボルト接合設計施工指針」の規定の各式(2.3)、(2.4)、表2.2、表2.3(F10T(JIS B 1186)相当)に準拠して考えると、火災時のボルト接合部は高温時のボルト剪断耐力 $b_{\tau t}$  (N/mm<sup>2</sup>)が関係式(1)を満足していれば、摩擦接合部の耐火安全性が検証できる。

$$b_{\tau t} \geq \mu \times N_o / (\nu \times b A_s) \quad (1)$$

ここに、 $b_{\tau t}$ ：高温時のボルト剪断耐力 (N/mm<sup>2</sup>)

$$b_{\tau t} = T S_t / \sqrt{3}$$

$T S_t$ ：高温時のボルト引張強さ (N/mm<sup>2</sup>)

$\mu$ ：常温時のすべり係数

$N_o$ ：設計ボルト張力 (N)

$\nu$ ：長期荷重に対する安全率

$b A_s$ ：軸部断面積 (mm<sup>2</sup>)

ただし、設計ボルト張力( $N_o$ )は、例えば、前記の日本建築学会「高力ボルト接合設計施工指針」によれば、次のように表される。

$$N_o = 0.675 \times T S \times b A_e$$

ここに、 $T S$ ：常温時のボルト引張強さ (N/mm<sup>2</sup>)

$b A_e$ ：ねじ部有効断面積 (mm<sup>2</sup>)

## 【0015】

例えば、すべり係数 ( $\mu$ ) が 0.45、かつ、長期荷重に対する安全率 ( $\gamma$ ) が 1.5 の場合、式 (1) は式 (1a) のように書き直すことができる。

$$b \tau t \geq 0.2025 \times TS \times (b A_e / b A_s) \quad (1a)$$

加えて、例えば、常温時のボルト引張強さ ( $TS$ ) が  $1400 \text{ N/mm}^2$ 、かつ、ねじ部有効断面積／軸部断面積 ( $b A_e / b A_s$ ) が M16、20、24 (JIS B 0123) で 0.816、M22 (JIS B 0123) で 0.832 の場合には、 $b \tau t$  は式 (1a) から、M16、20、24 で  $231 \text{ N/mm}^2$  以上、M22 で  $236 \text{ N/mm}^2$  以上を満足すればよいことが分かる。(第一の発明に相当)

また、本発明者らは、高力ボルト摩擦接合部の耐火設計では、ボルトの長期許容剪断耐力で評価するため、すべり荷重に多少影響する可能性のあるものの、ナット・座金の高温耐力は最終的には無視できることを見出した。したがって、摩擦接合用のボルト接合部において用いる構造用高力六角ナット、構造用高力平座金には特別の耐火特性の付与を要求しなくてもよい。(第三の発明に相当)

また、柱、梁および接合金物は、基本的には高温の強度が保証されたものを使用するが、柱、梁については、その一部を耐火被覆を施すことにより高温強度の小さい材料で形成しても実質的に問題のない接合部構造とすることができる。(第四の発明に相当)

## 【0016】

## 2. 高力ボルト引張接合部構造の場合

## (1) 高力ボルト引張接合部構造の例

高力ボルト引張接合は、高力ボルトの軸方向の応力を伝達する接合方法であり、摩擦接合と同様に、高力ボルトを締め付けて得られる材間圧縮力を利用して応力を伝達するものである。高力ボルト引張接合部構造としては、例えば、図 3、図 4 (a)、(b) に示すように、柱 5 と梁 (合成梁を含む) 6 を T 形接合金物 7 を介して高力ボルト 8 で接合する接合部構造が代表的なものである。

## (2) 高力ボルト引張接合部の耐火安全性検証の考え方

高力ボルト引張接合部は、火災加熱時において、梁の熱膨張を柱が拘束するた

め、引張接合部には、梁からの圧縮力が発生するが、すべり荷重が低下するため、ボルトの支圧（剪断）で長期荷重（梁の長期許容剪断力）を支持する必要がある。このとき、例えば図 5 に示すように、梁 6 の上フランジ側には通常、床スラブ 1 0 が存在することから、床スラブ 1 0 内のボルト 8 a は常温時のボルト剪断耐力を、その他のボルト 8 は高温時のボルト剪断耐力を有していると考えられる。

### 【 0 0 1 7 】

一方、火災加熱後の冷却過程において、梁 6 の収縮を柱 5 が拘束するため、引張接合部には梁 6 からの引張力が発生するが、火災加熱時と同様にすべり荷重が低下するため、ボルトの支圧（剪断）で長期荷重（梁の長期許容剪断力）を支持する必要がある。加えて梁 6 の収縮による引張力が付加軸力として作用するため、床スラブ 1 0 の協力が期待できない梁 6 の下フランジ（およびウェブ）のボルト 8 は引き千切られるように破断してしまうことが想定される。このとき、梁 6 の上フランジ側における床スラブ 1 0 内のボルト 8 a は常温時のボルト剪断耐力を、梁 6 の上フランジ側の床スラブ 1 0 外のボルト 8 は高温時の高力ボルト剪断耐力を有していると考えられる。

### 【 0 0 1 8 】

以上のことから高力ボルト引張接合部は、結局、長期荷重（梁の長期許容剪断力）を支持できるボルト本数が少ない火災加熱後の冷却過程により決定されることになる。よって、関係式（1）を満足した上で、常温時の梁の長期許容剪断力  $Q_s$ （N）と、常温時のボルト剪断耐力  $b_\tau$ （N/mm<sup>2</sup>）および高温時のボルト剪断耐力  $b_{\tau t}$ （N/mm<sup>2</sup>）との関係式（2）を満足する、常温時の梁の長期許容剪断力  $Q_s$ （N）を上限とする梁を選定しておけば、引張接合部の耐火安全性が検証できる。

$$Q_s \leq \{n_s \times b_\tau + (n_f - n_s) \times b_{\tau t}\} \times b_{As} \quad (2)$$

ここに、 $Q_s$ ：常温時の梁の長期許容剪断力（N）

$$Q_s = f_s \times A_b$$

$f_s$ ：梁の長期許容剪断耐力（N/mm<sup>2</sup>）

$A_b$ ：梁の断面積（mm<sup>2</sup>）

$n_s$  : 梁上フランジ側における床スラブ内の引張ボルト本数

$b_\tau$  : 常温時のボルトの剪断耐力 ( $N/mm^2$ )

$$b_\tau = T S / \sqrt{3}$$

$T S$  : 常温時のボルトの引張強さ ( $N/mm^2$ )

$n_f$  : 梁上フランジ側における引張ボルト本数

$b_{\tau t}$  : 高温時のボルトの剪断耐力 ( $N/mm^2$ )

$$b_{\tau t} = T S_t / \sqrt{3}$$

$T S_t$  : 高温時のボルトの引張強さ ( $N/mm^2$ )

$b A_s$  : 軸部断面積 ( $mm^2$ )

### 【0019】

例えば、図5で示すような高力ボルト引張接合部が、M22ボルトで構成されており、650℃の高温時の場合で、常温時のボルト剪断耐力 ( $b_\tau$ ) が815  $N/mm^2$ 、650℃の高温時のボルトの剪断耐力 ( $b_{\tau t}$ ) が238  $N/mm^2$ 、梁6の上フランジ側における引張ボルト8の本数 ( $n_f$ ) が例えば4本、梁の上フランジ側における床スラブ10内の引張ボルト8aの本数 ( $n_s$ ) が例えば2本、軸部断面積 ( $b A_s$ ) が380  $mm^2$ の場合には、常温時の梁の長期許容剪断力  $Q_s$  は、式(2)から、800 kN以下を選定できることが分かる。(第二の発明に相当)

また、本発明者らは、高力ボルト引張接合部の耐火設計は、ボルトの常温時および高温時の剪断耐力で評価するため、ナット・座金の高温耐力は最終的には無視できることを見出した。したがって、引張接合部において、ナット・座金に用いる構造用高力六角ナット、構造用高力平座金には、特別の耐火特性の付与を要求しなくてもよい。(第三の発明に相当)

また、柱5、梁6および接合金物7は、基本的には高温強度が保証されたものを使用するが、柱、梁については、その一部を耐火被覆を施すことにより高温強度の小さい材料で形成しても実質的に問題のない接合部構造とすることができる。(第四の発明に相当)

### 【0020】

#### 3. 高力ボルト用鋼に求められる特性

本発明の無耐火被覆高力ボルト摩擦接合構造および無耐火被覆高力ボルト引張接合構造に使用する高力ボルト用鋼に関しては、例えば、特開平 1 - 1 9 1 7 6 2 号公報および特開平 3 - 1 7 3 7 4 5 号公報の発明に開示されているように、遅れ破壊によるボルトの破断面が粒界破壊を呈することに着目し、鋼材を構成する化学成分中の P、S 等の不純物を低減して粒界を強化するとともに、組織制御の観点から Mo、Cr を添加して 4 0 0 ℃ 以上の高温焼戻しを指向して、遅れ破壊の原因である水素が鋼材中に侵入しても容易に破壊に至らない特性を付与したものがある。不純物の P を低減することは、特開平 5 - 9 6 5 3 号公報の発明にも開示されているように、粒界に偏析する P を低減し粒界強化を図る上で極めて有効である。

#### 【0 0 2 1】

しかしながら、上記鋼では、ある濃度以上の水素が鋼材成分中に侵入すれば遅れ破壊が引き起こされるため、ボルトの耐遅れ破壊特性をさらに向上させるには、鋼材成分中に水素が侵入し難くすること、あるいは、旧オーステナイト粒界への水素の集積を低減することが効果的である。

例えば、特開平 5 - 7 0 8 9 0 号公報の発明に開示されているように、鋼材成分中への Si、Ni の同時添加により鋼材への水素の侵入および拡散を抑制する技術が提案されている。ところが、このような Si の添加はボルトの冷鍛性を損なうばかりでなく、Ni の添加はコスト高になるという問題がある。

また、特開平 7 - 2 7 8 7 3 5 号公報の発明には、上記の要求に応え、焼戻し時に顕著な二次硬化を起こす元素である Mo、Cr、V の複合添加により、4 5 0 ℃ 以上の高温焼戻しにおいても室温で 1 2 0 0 N/mm<sup>2</sup> 以上の引張強さを有し、かつ耐遅れ破壊特性に優れたボルト用鋼が開示されている。しかし、この場合でも、4 5 0 ℃ 以上の温度で焼戻ししても、引張強さを 1 4 0 0 N/mm<sup>2</sup> 以上に調質した場合には遅れ破壊の発生率が高くなるという問題がある。

#### 【0 0 2 2】

本発明者らは、上記の問題に鑑みて種々研究を重ねた結果、ボルト引張強さと焼戻し温度の関係式、および、ボルト引張強さと鋼材の化学成分から計算される炭素当量の関係式が導き出されることを知見し、これら両式を満足するように鋼



材の化学成分を設定して、焼入れおよび焼戻し処理することにより、ボルト引張強さが $1200\text{N/mm}^2$ 以上に調質可能な耐遅れ破壊特性に優れ使用する高力ボルト用鋼として適性の高い鋼が得られることを確認した。

一方、鋼材の耐火温度は、Feを主成分としてC、Si、Mnを含有させ、これに例えば耐熱鋼で利用されるCr、Mo、Mn、Vなどの合金元素を添加することで、耐火温度レベルを $600^{\circ}\text{C}$ 以上に強化することが可能であることを確認した。

本発明者らは、以上のことから、耐遅れ破壊特性に優れた高力ボルトと耐火性に優れた高力ボルトは、鋼材の化学成分の観点から共通の課題を有しており、この課題を解決することで両者の特性を併せ持つ $650^{\circ}\text{C}$ での耐火性にすぐれた無耐火被覆接合部を実現できる、超高力ボルトが得られることを見出した。

### 【0023】

#### (1) 超高力ボルト用鋼の化学成分

本発明の無耐火被覆ボルト摩擦接合構造および無耐火被覆高力ボルト引張接合構造で使用する超高力ボルト用鋼として適性の高い鋼の化学成分（質量％）例について以下に説明する。

Cは、焼入れ・焼戻し処理により引張強度を確保するために必要な元素であるが、その含有量が0.30％未満では室温強度を確保することができず、また0.45％を超えて添加すると靱性が劣化する。したがって、その成分範囲を0.30％以上～0.45％以下に限定する。

Siは、脱酸に必要な元素であり、鋼の強度向上に有効であるが、その含有量が0.1％以上であると靱性が劣化し、鋼の脆性が著しくなる。また、フェライトの固溶強化作用の大きい元素であるために、球状化焼鈍を行っても冷間鍛造が困難となる。さらに熱処理時に粒界酸化が起き易くなり、その切欠効果によってボルトの耐遅れ破壊特性を劣化させる元素であるために極力低減すべきである。したがって、その成分範囲を0.10％未満に限定する。

Mnは、焼入れ性を向上させるのに有効な元素であるが、その添加量が0.40％以下では所望の効果を得ることができず、また1.00％以上添加すると焼戻し脆化を生じ、耐遅れ破壊特性が劣化するので、その成分範囲を0.40％超

～1.00%未満に限定する。

【0024】

Pは、粒界に偏析し、粒界強度を低下させ耐遅れ破壊特性を劣化させる元素である。また、著しい腐食環境である塩酸中において、鋼材表面での水素発生を促進する効果を通じて鋼の腐食量を増加させる元素であり、極力低減すべきである。その含有量が0.010%以上であると鋼材中に侵入する水素量が著しく増大するため、0.010%未満に限定する。

Sは、粒界に偏析して鋼の脆化を促進する元素であるため、Sの含有量を極力低減すべきである。その含有量が0.010%を超えると脆化が著しくなるため、0.010%以下に限定する。

Crは、鋼の焼入れ性を高めると同時に高温強度を向上させる元素であり、かつ鋼に焼戻し軟化抵抗を付与する効果があるが、その添加量が0.5%未満では前記作用に効果が得られず、他方、経済性を考慮し、その添加量を0.5%以上～1.5%未満に限定する。

【0025】

Moは、高温強度の向上に最も有効な元素であり、かつ高温焼戻しを可能とすることによって耐遅れ破壊特性を向上させる元素であるが、その添加量が0.35%未満では所望の効果を達成することができず、一方、1.5%を超えて添加すると焼入れ時に未溶解炭化物が母相に固溶し難くなり、延性を損なうため、その添加量を0.35%超～1.5%未満に限定する。

Vは、焼戻し時に微細な窒化物、炭化物として析出して鋼の強度（高温強度含む）を向上させ、高温焼戻しを可能とする元素であり、かつ旧オーステナイト粒を微細化させる効果がある。さらに焼戻し時に粒内に析出した炭窒化物は水素のトラップサイトとなり、粒界に集積する水素を低減することによって耐遅れ破壊特性を大幅に向上させる効果を持つ。しかしその添加量が0.3%以下では旧オーステナイト粒度No.10を達成できず、耐遅れ破壊特性を向上させるまでには至らない。また1.0%を超えて添加するとボルトの冷鍛性を損なう。またVは高価な元素であるため経済性も考慮して、その含有量を0.3%超～1.0%以下に限定する。（第五の発明に相当）

## 【0026】

## (2) 焼戻し温度特性

遅れ破壊は、旧オーステナイト粒界割れを呈することから、ボルトの耐遅れ破壊特性の向上には、250～400℃の低温焼戻し脆性温度領域を避けるとよく、さらに旧オーステナイト粒界へのフィルム状セメンタイトの析出を抑制するため、焼戻し温度上昇による炭化物の形態の制御が有効であること、および水素のトラップサイトとなるV炭窒化物を析出させ、粒界に集積する水素を低減することが有効である。したがって、焼戻し温度を450℃以上とすることも可能である。

しかし、本発明者らは、これに限定されることなく、ボルトの耐遅れ破壊特性は、高力ボルトの引張強さTS (N/mm<sup>2</sup>) と焼戻し温度 (℃) との関係式 (3)、および高力ボルトの引張強さTS (N/mm<sup>2</sup>) と炭素当量Ceq (%) との関係式 (4) を満足する焼戻し温度にしておけば、遅れ破壊を十分に防止できることを実験結果から見出した。

## 【0027】

このような条件を満足する鋼材を高力ボルトに用いることにより、例えば常温時のボルト引張強さ (TS) が1200N/mm<sup>2</sup>以上で、かつ、650℃でのボルトの剪断耐力 (b<sub>τt</sub>) が上記関係式 (1) を満足する耐火性に優れた超高力ボルトが得られ、この超高力ボルトの使用により無耐火被覆高力ボルト摩擦接合部および無耐火被覆高力ボルト引張接合部の実現が可能である。

$$TS \leq (1.1 \times T + 850) \quad (3)$$

$$TS \leq (550 \times Ceq + 1000) \quad (4)$$

ここで、TS : 常温時の高力ボルト引張強さ (N/mm<sup>2</sup>)

T : 焼戻し温度 (℃)

Ceq : 炭素当量 (%)

$$Ceq = C + (Mn / 6) + (Si / 24) + (Ni / 40) + (Cr / 5) + (Mo / 4) + (V / 14)$$

## 【0028】

[焼戻し実験例]

表1に示す化学成分組成を有する本発明供試鋼（1～10）を用い、線径 $\phi$ 21.5mmの線材に熱間圧延を施し、得られた各種線材から、ねじ部がM22である高力ボルトを作成し、焼入れ、焼戻しによりボルト引張強さを1200～1700（N/mm<sup>2</sup>）の範囲で調整した超高力ボルトとした。

ここで、ボルト引張強さは成分と焼戻し温度で調整し、焼戻し温度は290～700℃の範囲で行った。この焼戻しは、高温特性を評価するための高温条件を付与するために行った。この焼戻し温度T（℃）と、焼戻し後の実験例（供試鋼1～10）の超高力ボルト引張強さTS（N/mm<sup>2</sup>）を比較例（供試鋼11～18）の高力ボルトの場合とともに表2に示す。

図6および図7は、表1に示す本発明供試鋼（1～10）と比較例供試鋼（11～18）を用いて得られた多くの具体的実験データから、焼き戻し後の遅れ破壊の発生の有無を、図中×印（遅れ破壊発生）および○印（遅れ破壊発生せず）として示す。両図とも、前記関係式（3）および（4）を満足する領域では、遅れ破壊は発生していないことを示している。

【0029】

【表 1】

供試鋼	化 学 成 分 (質量%)												Ceq
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Al	V	Ni	Ti	Nb	
1	0.40	0.07	0.42	0.005	0.009	0.61	1.20	0.020	0.56				0.935
2	0.34	0.04	0.79	0.007	0.003	1.21	0.99	0.015	0.36				0.989
3	0.34	0.03	0.66	0.002	0.002	0.98	0.50	0.062	0.67				0.820
4	0.39	0.07	0.50	0.008	0.008	1.21	0.58	0.025	0.35				0.888
5	0.39	0.05	0.51	0.005	0.009	1.21	0.57	0.021	0.34				0.886
6	0.40	0.08	0.81	0.005	0.008	0.58	0.22	0.019	0.35	0.65	0.04		0.751
7	0.40	0.05	0.54	0.08	0.008	1.00	1.00	0.032	0.32				0.942
8	0.44	0.03	0.85	0.005	0.004	0.90	1.45	0.020	0.70	0.50	0.02		1.188
9	0.43	0.05	0.80	0.005	0.003	1.01	1.20	0.033	0.40	0.20			1.100
10	0.42	0.05	0.75	0.003	0.004	0.83	1.10	0.030	0.40	0.10		0.020	1.020
11	0.41	0.08	0.95	0.007	0.001	1.41	0.93	0.072	0.40	0.00			1.115
12	0.31	0.06	0.50	0.018	0.007	1.01	0.60	0.032	0.29	0.00			0.769
13	0.34	0.17	0.76	0.015	0.017	1.00	0.17	0.025	0.00	0.00			0.716
14	0.19	0.08	0.97	0.013	0.004	0.15	0.00	0.032	0.00	0.00			0.385
15	0.40	0.23	0.81	0.005	0.008	0.58	0.22	0.019	0.00	0.65	0.04		0.732
16	0.32	0.21	0.62	0.010	0.008	1.25	0.59	0.027	0.00	0.00	0.02	0.002	0.830
17	0.30	0.94	0.49	0.011	0.006	1.99	0.20	0.074	0.00	0.00			0.869
18	0.32	0.99	0.46	0.007	0.006	1.97	0.40	0.027	0.00	0.00			0.932

Ceq=C+(Mn/6)+(Si/24)+(Ni/40)+(Cr/5)+(Mo/4)+(V/14)

$$Ceq = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/40) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14)$$

【0030】

【表 2】

	供 試 鋼	焼戻温度 T (°C)	引張強さ TS (N/mm <sup>2</sup> )	TS ≤ 1.1T + 850	TS ≤ 550Ceq + 1000	限界拡散 性水素量 (ppm)
実 験 例	1	550	1338	○	○	1.54
	2	550	1408	○	○	0.91
	3	500	1362	○	○	1.54
	4	625	1426	○	○	1.40
	5	650	1312	○	○	1.70
	6	450	1316	○	○	0.70
	7	570	1470	○	○	0.90
	8	700	1605	○	○	0.95
	9	660	1550	○	○	1.05
	10	640	1502	○	○	1.20
比 較 例	11	525	1652	×	×	0.12
	12	440	1469	×	×	0.29
	13	390	1567	×	×	0.05
	14	290	1384	×	×	0.09
	15	435	1482	×	×	0.40
	16	450	1473	×	×	0.45
	17	450	1497	×	×	0.25
	18	400	1651	×	×	0.10

$$Ceq = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/40) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14)$$

式を満たす: ○ 式を満たさない: ×

【0031】

【実施例】

【実施例 1】

この実施例 1 は、図 1 に示したような梁 1 a、1 b を上側添板 2 a と下側添板 2 b と側部添板 2 c を介して高力ボルト 3 で接合する高力ボルト摩擦接合構造の場合についてのものであり、ここでは、梁 1 a、1 b、上側添板 2 a と下側添板 2 b と側部添板 2 c は、650℃での高温強度が保証されたものを用いた場合のものである。

図 8 は、ねじ部が M22 (JIS B 0123) の高力ボルトについて、本発明の超高力ボルトの剪断耐力  $TS/\sqrt{3}$  (N/mm<sup>2</sup>) と試験温度 (°C) の関係を、比較例 1 (一般 F10T (JIS B 1186) ボルト)、比較例 2 (耐火 F10T (JIS B 1186) ボルト) の場合と併せて示したものである。本発明の超高力ボルトは常温の引張強さを 1400 N/mm<sup>2</sup> 以上に調質したもので

あり、この超高力ボルトの長期許容剪断耐力は  $236 \text{ N/mm}^2$  である。また、比較例 1、2 の長期許容剪断耐力は  $147 \text{ N/mm}^2$  である。

図 8 では、本発明の超高力ボルトは、常温時の引張強さが  $1412 \text{ N/mm}^2$  ( $= 815 \text{ N/mm}^2 \times \sqrt{3}$ ) で、 $650^\circ\text{C}$  でのボルト剪断耐力 ( $b_{\tau t}$ ) が前記関係式 (1) を満足し、かつ、 $650^\circ\text{C}$  において、比較例 2 の 1.3 倍の剪断耐力 ( $b_{\tau t}$ ) を有することを示している。

図 9、図 10、図 11 は、ねじ部が M16、M20、M24 の本発明の超高力ボルトについて、ボルト剪断耐力  $TS/\sqrt{3}$  ( $\text{N/mm}^2$ ) と試験温度 ( $^\circ\text{C}$ ) の関係をそれぞれ示したものである。各図とも、本発明の超高力ボルトは  $650^\circ\text{C}$  でのボルト剪断耐力 ( $b_{\tau t}$ ) が前記関係式 (1) を満足していることを示している。

### 【0032】

#### [実施例 2]

この実施例 2 は、図 5 に示したような柱 5 と T 形接合金物 7 を高力ボルト 8 で接合する高力ボルト引張接合部構造で、床スラブ 10 のある場合についてのものであり、ここでは、柱 5、T 形接合金物 7 は、 $650^\circ\text{C}$  での高温強度が保証されたものを用い、梁は引張強さが  $400 \text{ N/mm}^2$  級のものを用いた。

図 12、図 13 は、ねじ部が M22 (JIS B 0123) の高力ボルトで接合される柱 5 と T 形接合金物 7 の引張接合部の例を、梁 6 の上フランジ 6a 側における床スラブ 10 内の引張ボルト 8a の本数が 2 本、4 本の場合について、それぞれ示したものである。

表 3 は、図 12、図 13 の高力ボルト接合部構造について、図 8 に示される諸数値をもとに、前記関係式 (2) から  $650^\circ\text{C}$  での梁の長期許容剪断耐力  $Q_s$  を求め、選定できる梁断面の上限の例を示したものである。表 3 では、本発明の超高力ボルトは、床スラブ 10 内の引張ボルト 8a の本数が 2 本の場合 (図 12) に  $H-400 \times 200 \times 8 \times 13$ 、床スラブ 10 内の引張ボルト 8a の本数が 4 本の場合 (図 13) に  $H-600 \times 200 \times 12 \times 22$  が選定でき、比較例のボルトの場合に比べて、長期許容剪断力  $Q_s$  が大きな梁が選定可能であることを示している。

【0033】

【表3】

	高力ボルト	引張 接合部 形式	梁上フラ ンジ側の ボルト本数 $n_f$	梁上フラランジ 側の床スラブ 内のボルト本数 $n_s$	梁の長期 許容剪断力 $Q_s$	選定できる梁断面 の上限の例 ( $400\text{ N/mm}^2$ 級の 引張強さの例)
1	一般F10T ボルト	図12	4	2	557kN以下	H-350×175×7×11
		図13	6	4	1,023kN以下	H-600×200×9×12
2	耐火F10T ボルト	図12	4	2	620kN以下	H-350×175×7×11
		図13	6	4	1,096kN以下	H-600×200×9×16
本発明例	耐火超高力 ボルト	図12	4	2	800kN以下	H-400×200×8×13
		図13	6	4	1,420kN以下	H-600×200×12×22

【0034】

以上のことから、本発明の超高力ボルトは、常温時および650℃の高温時で耐火性（高温強度）および耐遅れ破壊特性に優れ、日本建築学会が1973年に制定、1993年に改定の「高力ボルト接合設計指針」の規定に十分に満足する



特性を有するものであり、この超高力ボルトを使用することによって、無耐火被覆高力ボルト摩擦接合部構造と無耐火被覆高力ボルト引張接合部構造を実現できることが確認できる。

なお、本発明は、上記の構造例や実施例の内容に限定されるものではなく、接合部構造条件、高力ボルト（形成耐火鋼を含む）条件などについては、対象接合部、使用部位、環境条件によって要求される諸特性に応じて、上記各請求項の範囲内で変更されるものである。

### 【 0 0 3 5 】

#### 【発明の効果】

本発明は、火災を受ける可能性のある鉄骨構造物を形成する高力ボルト接合部構造において、基本的には接合対象となる主部材（例えば柱や梁あるいは厚板）が 6 0 0 ～ 6 5 0 ℃ の高温強度を有し無耐火被覆接合構造を実現できることを前提として、この主部材（例えば柱や梁あるいは厚板）の高温強度が十分に発揮されるために、例えば、常温で従来の F 1 0 T ボルトの 1. 4 倍程度以上のボルト引張強さ、かつ、6 0 0 ℃ ～ 6 5 0 ℃ で従来の耐火 F 1 0 T ボルトの 1. 3 ～ 1. 4 倍の剪断耐力を有する、耐火性および耐遅れ破壊特性に優れた超高力ボルトを使用するものであり、これによって 6 0 0 ～ 6 5 0 ℃ の高温時に無耐火被覆高力ボルト接合部構造を実現でき、コスト低減、工期短縮を実現することができる。

また、本発明で使用するナットおよび座金の場合には、火災時にボルト接合部が支圧状態に移行した際に、高力ボルトで求められるような剪断応力が作用しないので、耐火性能を規定していない一般の構造用高力六角ナット、構造用高力平座金で対応することができるようになり、コストの上昇を抑えることができる。

さらに、本発明で使用する梁部材や接合金物の一部などは、使用部位によって求められる特性に応じて厳選することにより、素材コスト低減や施工時間の短縮も可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明で接合対象とする梁部材の高力ボルト摩擦接合構造例を示す立体説明図。

【図 2】 本発明で接合対象とする厚板部材の高力ボルト摩擦接合構造例を示す断面説明図。

【図 3】 本発明で接合対象とする柱-梁の高力ボルト摩擦接合構造例を示す部分立体説明図。

【図 4】 (a) 図は、図 3 の柱-梁の高力ボルト摩擦接合構造例での部分断面説明図、(b) 図は、(a) 図の部分平面説明図。

【図 5】 柱-梁の高力ボルト摩擦接合構造例で梁上フランジの上部に床スラブを配置した場合の部分断面説明図。

【図 6】 鋼材の焼戻し温度と引張強さ (TS) と遅れ破壊有無の関係を示す説明図。

【図 7】 鋼材の炭素当量 (Ceq%) と引張強さ (TS) と遅れ破壊有無の関係を示す説明図。

【図 8】 試験温度とボルトの剪断耐力 ( $TS/\sqrt{3}$ ) との関係 (M22 ボルトの場合) を示す説明図。

【図 9】 試験温度とボルトの剪断耐力 ( $TS/\sqrt{3}$ ) との関係 (M16 ボルトの場合) を示す説明図。

【図 10】 試験温度とボルトの剪断耐力 ( $TS/\sqrt{3}$ ) との関係 (M20 ボルトの場合) を示す説明図。

【図 11】 試験温度とボルトの剪断耐力 ( $TS/\sqrt{3}$ ) との関係 (M24 ボルトの場合) を示す説明図。

【図 12】 (a) 図は、床スラブを配置した柱-梁の高力ボルト引張接合部構造例 (床スラブ内の T 形接合金物用のボルトが 2 本の場合) を示す部分断面説明図、(b) 図は、(a) 図の T 形接合金物の側面説明図。(c) 図は、(a) 図の平面説明図。

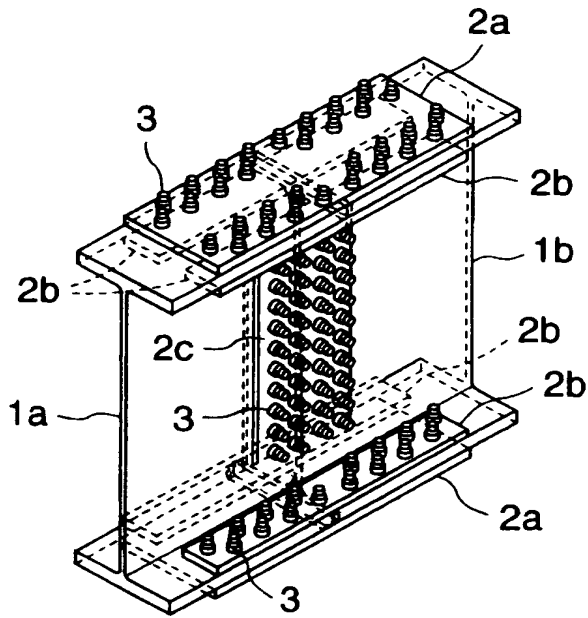
【図 13】 (a) 図は、床スラブを配置した柱-梁の高力ボルト引張接合部構造例 (床スラブ内の T 形接合金物用のボルトが 4 本の場合) を示す部分断面説明図、(b) 図は、(a) 図の T 形接合金物の側面説明図。(c) 図は、(a) 図の平面説明図。

【符号の説明】

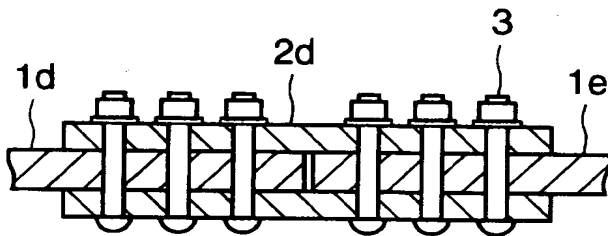
1 a、1 b	梁部材	2 a	外側添板
2 b	内側添板	2 c	側部添板
3	高力ボルト	5	柱
6	梁	6 a	上フランジ
6 b	下フランジ	7	T形接合金物
8	高力ボルト	8 a	高力ボルト（床スラブ内）
9	高力ボルト	9 a	高力ボルト（床スラブ内）
1 0	床スラブ	1 1	スタッド

【書類名】 図面

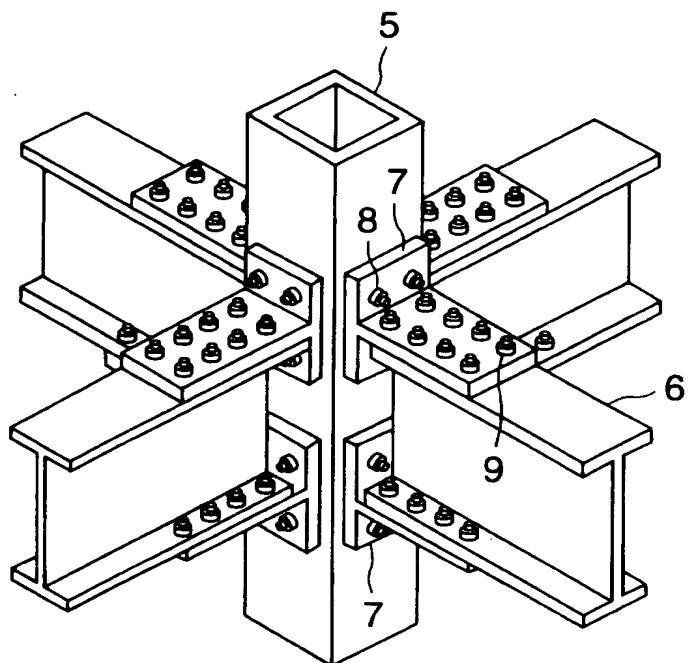
【図 1】



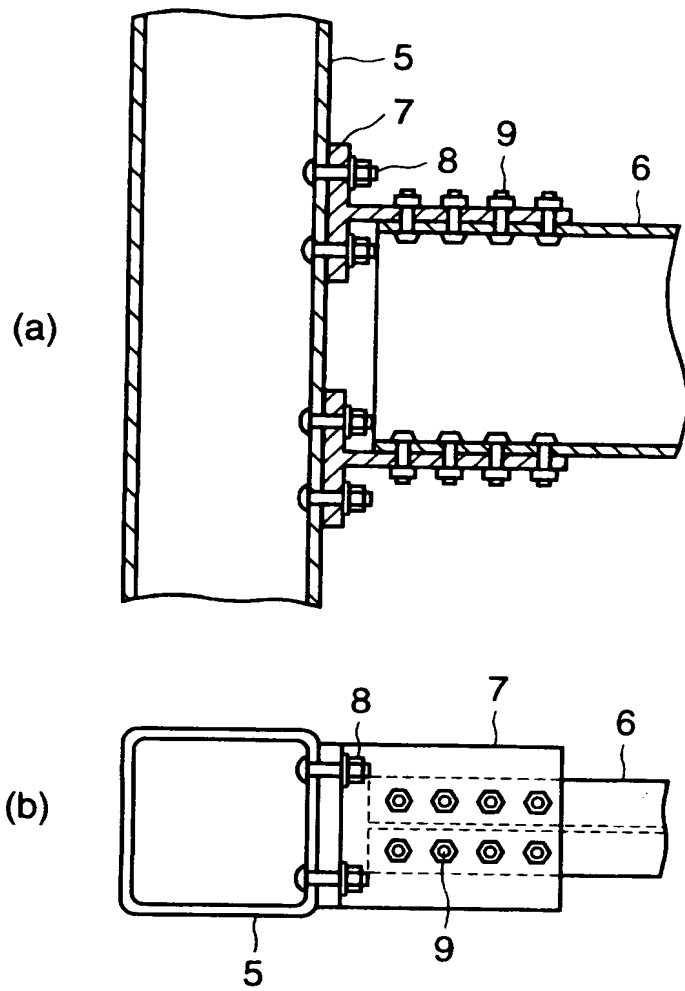
【図 2】



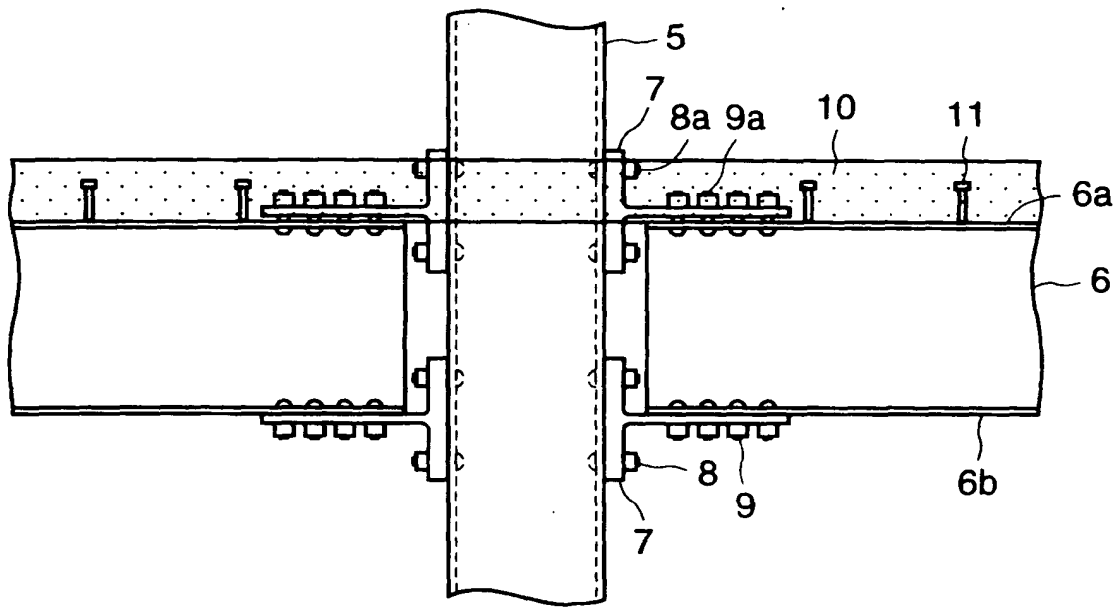
【図 3】



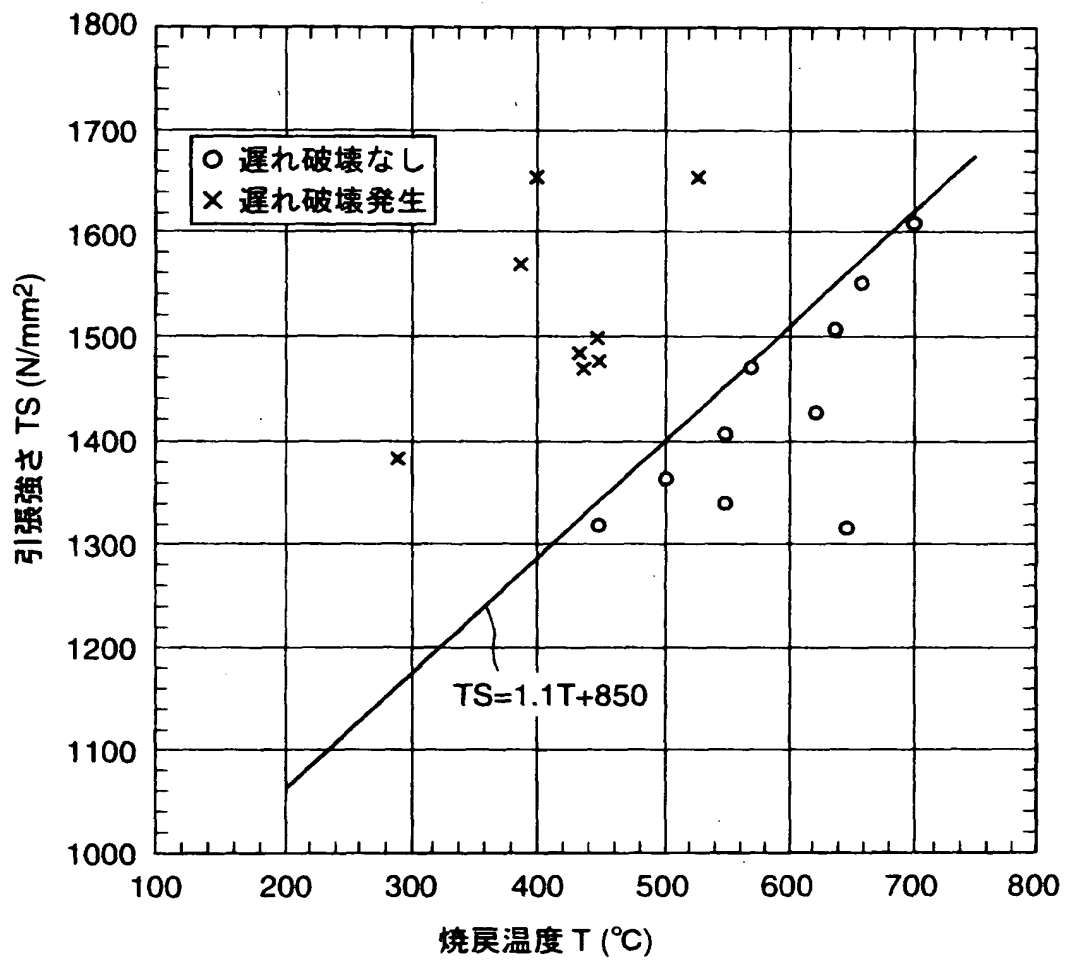
【図 4】



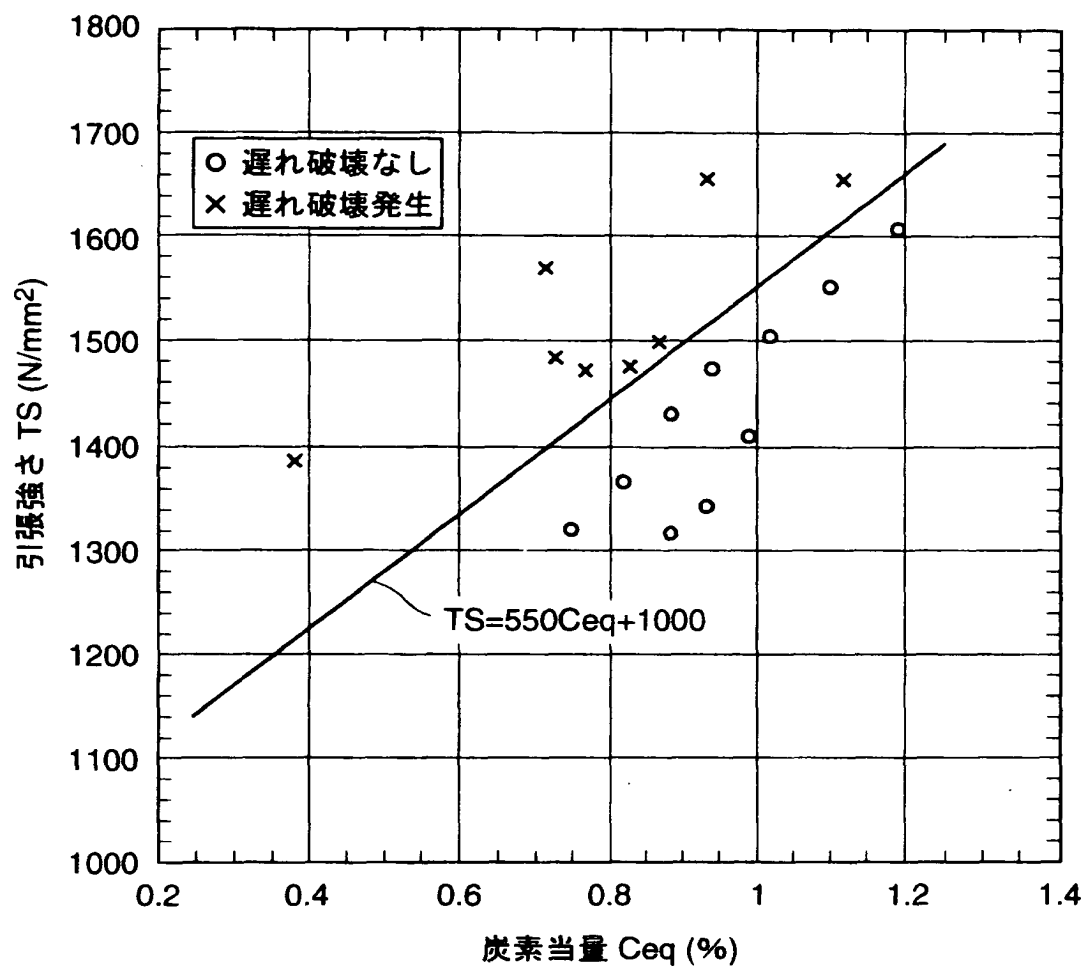
【図 5】



【図 6】

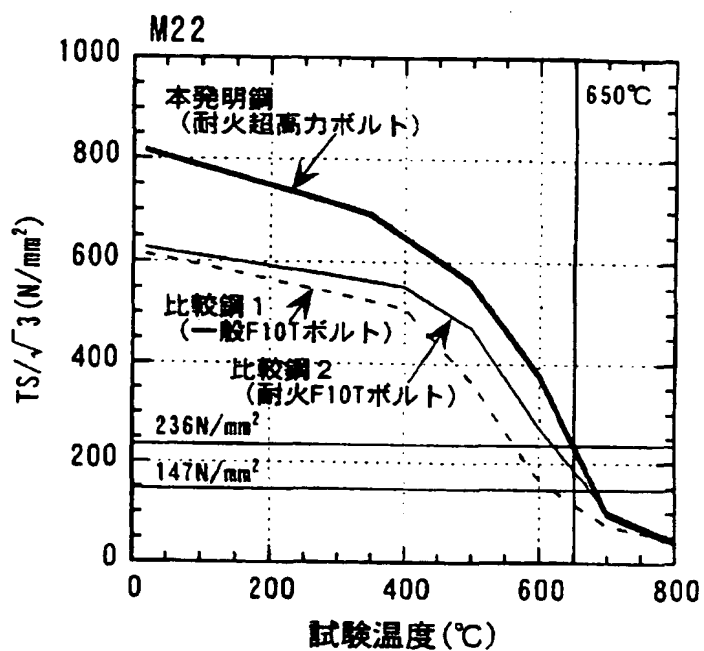


【図 7】

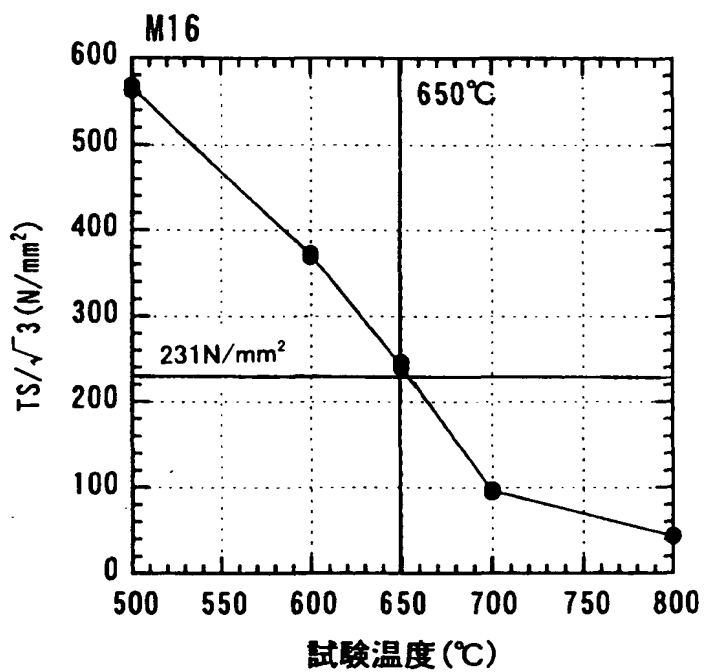




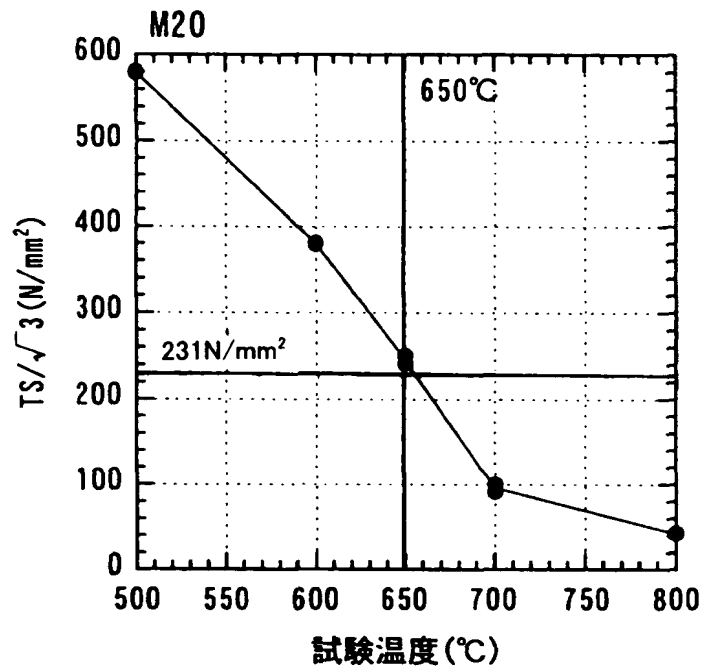
【図 8】



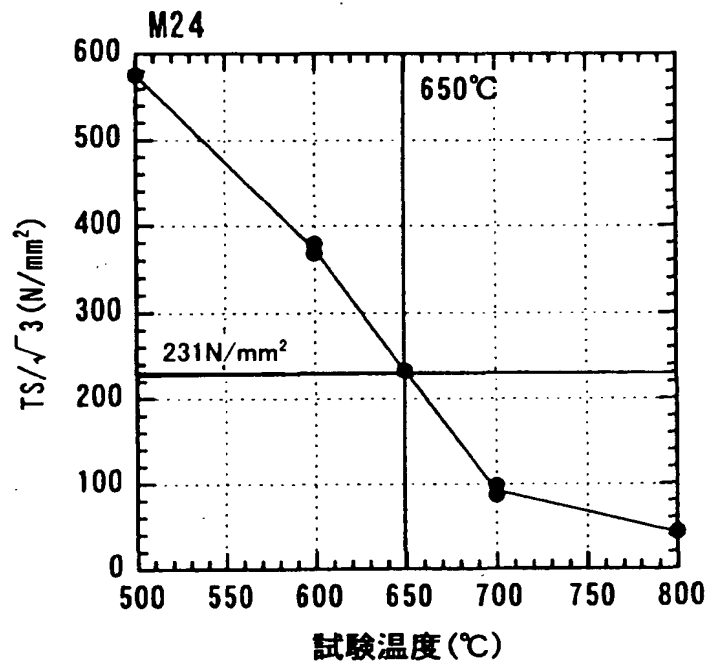
【図 9】



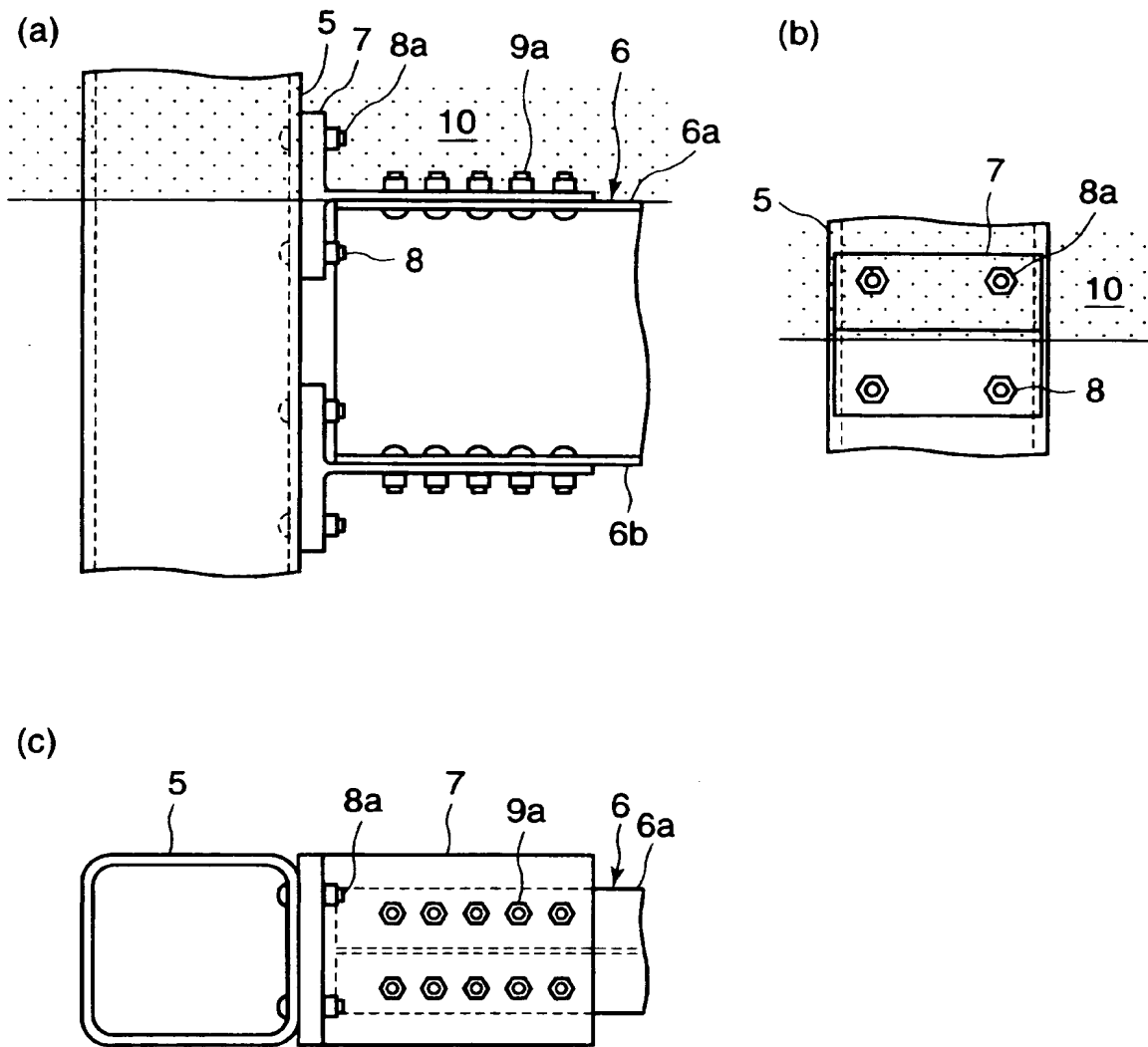
【図 10】



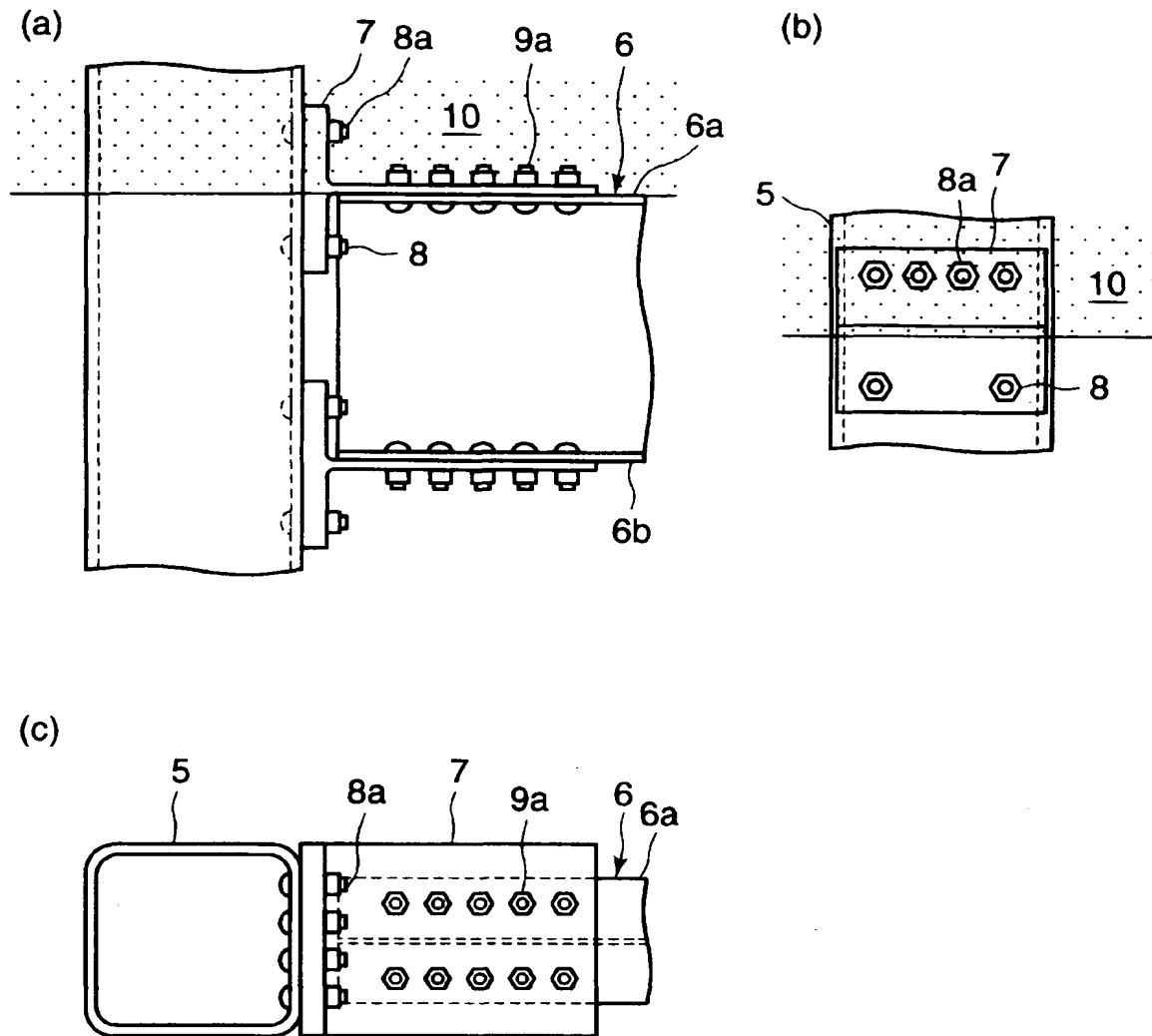
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 火災を受ける鉄骨構造物の高力ボルト接合部構造であって、接合部全体の素材コスト低減を図ると同時に、650℃の高温域において、接合部の高温強度を十分確保可能で、耐火材被覆や、耐火材による保護構造に依存しない無耐火被覆構造を有利に実現可能な高力ボルト摩擦接合構造と高力ボルト引張接合構造を提供する。

【解決手段】 常温時に1200N/mm<sup>2</sup>以上のボルト引張強さ（TS）を有し、かつ、650℃の高温時のボルト剪断耐力（ $b\tau_t$ ）が、常温時のすべり係数（ $\mu$ ）×設計ボルト張力（No）／（長期荷重に対する安全率（ $\nu$ ）×軸部断面積（ $bAs$ ））以上を満足する、耐火性および耐遅れ破壊性に優れた超高力ボルトを使用した無耐火被覆高力ボルト摩擦接合部構造と、無耐火被覆高力ボルト引張接合部構造。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-155127
受付番号	50300907965
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成 15 年 6 月 4 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000006655
【住所又は居所】	東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号
【氏名又は名称】	新日本製鐵株式会社

## 【代理人】

申請人

【識別番号】	100068423
【住所又は居所】	東京都台東区浅草橋 3 丁目 1 番 1 号 ハリファックス浅草橋ビル 3 階 三友合同特許事務所
【氏名又は名称】	矢葺 知之

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100080171
【住所又は居所】	東京都台東区浅草橋 3 丁目 1 番 1 号 ハリファックス浅草橋ビル 3 階 三友合同特許事務所
【氏名又は名称】	津波古 繁夫

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 5 5 1 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 6 5 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

氏 名

新日本製鐵株式会社